

教育技术专业人员如何创新？

——2009 全国教育技术学博士生论坛上的讲话

何克抗

(北京师范大学 现代教育技术研究所, 北京 100875)

【摘要】当前教育信息化正面临严峻的挑战, 文章分析了产生这场严峻挑战的根本原因。在此基础上, 作者希望广大从事教育技术理论与应用研究的专业人员能以创新精神来迎接这场挑战, 为此要敢于创新和善于创新——要做到敢于创新需要端正两种态度, 要做到善于创新需要提高四个方面的认识; 作者对于哪两种态度和哪四方面的认识以及如何端正两种态度、如何提高四个方面的认识都作了较为深入的分析。

【关键词】教育信息化; 创新精神; 创造性思维; 灵感; 顿悟; 复杂性理论

【中图分类号】G40-057

【文献标识码】A

【论文编号】1009—8097 (2010) 03—0005—08

一 引言

要想解决从事教育技术理论与应用研究的专业人员应当如何创新的问题, 可以从当前教育信息化所面临的严峻挑战说起。

1 教育信息化面临的严峻挑战

尽管教育信息化在促进教育深化改革、显著提升学科教学质量与学生能力素质方面, 从理论上为我们描绘了一幅令人鼓舞的美好前景, 但是多年来国内外教育信息化领域的应用实践, 却与这种理想境界之间有很大的落差, 这种现象在基础教育信息化领域显得尤为突出。

仅以美国为例, 早在 1966 年费城学校委员会就曾对计算机在费城公立学校教育中的作用做过评估, 当时的结论是“计算机将提高学校教学质量, 并引起学校教育的变革”。但是 40 多年过去了, 人们看到的是, 新技术并没有产生预期的效果。不仅早年的案例说明了这个问题, 21 世纪以来的新鲜事例更是令人记忆犹新^[1]:

◆“美国亚洲协会”(该机构宗旨是专门研究美国与亚洲关系)的教育专家在 2006 年上半年发表的一项关于美国中学生 2001-2005 年数学与理科学习情况的研究报告显示, 美国学生的数学与理科分数大大落后于亚太地区韩国、新加坡和台湾等地的学生; 为此“美国国内对美国中学的数学和理科教育水平深感担忧。”

◆2007 年 12 月 3 日国际 OECD (经济合作与发展组织) 公布的 PISA (国际中学生评估项目) 关于数学与阅读的测试结果表明, 美国在这两方面均低于经济合作组织国家的平均水平。

◆2009 年 5 月美国教育部发表了其下属评估机构对全美各地 2.1 万名中学生所作的抽样测试结果, 令人沮丧的是该结果显示, “当前美国中学生的阅读能力与计算能力和 30 年前相比没有明显的差异”。

这里应当指出的是, 2001 年是美国开始在全国中小学真正实现网络化的一年 (在这一年美国中小学的网络化程度达到了 99%); 到 2003 年反映美国中小学校电脑普及程度的生/机比已经达到 5 比 1, 从而为实现信息技术与学科教学的整合创造了非常有利的环境与条件, 但是上述研究报告和测试结果却表明: 他们的基础教育质量并未因此有所提升。

事实上, 到目前为止, 在西方确实还没有一个国家能够真正通过教育信息化来实现教学质量的明显提升 (更未能实现 2004 年国际教育信息化论坛所要求的在质量方面的蛙跳式发展); 这就难免会在广大教师中、乃至在部分学者中出现一些悲观论调。

例如, 近年来, 美国教育界有一些学者提出了一种新观点: “信息技术对于学科教学起不了多大作用”; 甚至有些来自西方名牌大学的著名教授还提出了一种更为极端的主张: “不应该让小学生过早使用电脑和上网, 以免产生负面影响”。由于网络本身是把“双刃剑”, 所以这种极端的主张也并非全无道理, 但总是给人一种“因噎废食”的感觉。

国际上的悲观论调, 不可能不影响到国内。例如, 近年来国内学术界也开始流行这样一种看法: “技术作为一种新的教学手段整合于传统的课程似乎已走到了尽头”^[2]。这种看法是否正确, 可以见仁见智; 但应该说, 它在很大程度上反映了国内的客观现实。

凡此种种, 说明当前国内外在大力推进教育信息化的进

程中，确实面临一场极为艰巨而严峻的挑战，这场挑战的实质就是要求我们对“教育信息化能否显著提升学科教学质量与学生的能力素质”这一问题作出明确的回答；并要为此找到相关的对策（即有效的解决途径与方法）。

那么，产生这场严峻挑战的根本原因究竟在哪里呢？

2 产生这场严峻挑战的根本原因

目前学术界一般都公认，在教育信息化领域确实存在这场挑战，但是形成这场挑战的原因却众说纷纭。有的归结为信息化基础设施跟不上，有的归结为缺乏相关的信息化教学资源，有的则归结为对教师队伍的培训滞后……。凡此种种，都有一定的道理，但我认为这些都没有抓住根本；最根本的原因究竟是什么？我认为不是基础设施，不是教学资源，也不是教师培训……；而是“理论”——缺乏“信息化环境下的教与学理论”。

目前正在应用的教学理论与学习理论有很多种（例如有美国的流派、前苏联的流派、德国的流派），但除了建构主义以外，其他都是至少半个世纪以前（即信息时代来临以前）、甚至是几百年以前形成的传统教与学理论。这些理论中的精华部分尽管对于当前乃至今后的教学仍有很大的指导意义与应用价值，但是毕竟难以适应信息化环境下教学的许多新需求；建构主义理论虽然是在九十年代以后随着多媒体和网络为标志的信息技术的日益普及才开始广为流行的一种全新的教与学理论，也能对多媒体和网络教学提供比较有力的支持，但是起源于西方的激进（甚至极端的）建构主义目前还存在较大的缺陷——需要加以修正与发展，才能使之完善。

总之，目前在全球范围内，还没有真正形成能有效指导信息化环境下教学的新型教与学理论；不仅这方面的理论还不完整、不完善，连这种理论的最核心部分——“信息技术与课程整合理论”——国际上也还没有真正形成。这正是全球范围内成百上千亿的教育信息化建设资金付诸东流（未能得到合理的回报），成百上千万的教师在信息化教学环境下盲目实践徒劳无功（无法实现有效的整合）的根本原因所在；也是产生上述严峻挑战的根本原因所在。

3 教育技术人员应如何应对这一挑战

从事教育技术理论与应用研究的专业人员面对当前这场严峻挑战，通常有两种态度：一是消极等待；二是积极迎接挑战。

有些教育技术人员面对这场挑战之所以会产生消极等待思想，是因为他们存在这样的认识：从学科性质上看，教育技术学属于桥梁学科——在教学理论、学习理论与教学实践之间为教师们架设起的一座桥梁（其核心内容则是教学设计的理论与方法）。教育技术人员的职责是如何帮助教师把已有的教与学理论很好地应用于教学实践，从而提高学科教学的质量与效率；教育技术人员的主要研究对象是“有合适技术支持的教学过程与教学资源”，主要研究内容

则是“关于这类教学过程与教学资源如何进行设计、开发、利用、管理及评价的理论和实践”。

所以，在通常情况下，教育技术专业人员对于教学理论与学习理论本身并不需要去研究，只需直接拿来应用就可以；但是，现在出现了全新的状况——人类已开始进入信息时代，学校里的教学环境发生了很大的变化，有了愈来愈多的多媒体设施和网络教室，有了愈来愈丰富的信息化教学资源，也就是说，有愈来愈多的各级各类学校由粉笔、黑板为传统的教学环境转变为由多媒体计算机和因特网支持的信息化教学环境。在这样的信息化教学环境下，若仍然沿用传统的教与学理论，如上所述，将会使成百上千亿的教育信息化建设资金付诸东流，会使成百上千万的教师在这样的教学环境下因盲目实践无功而返。怎么办？消极等待固然情有可原，但并不可取；我们的主张是，立即采取第二种态度——积极迎接挑战。

而为了能够真正迎接挑战并能战而胜之，就需要敢于创新，更要善于创新。下面就来进一步讨论如何才能做到既要敢于创新，更要善于创新。

二 要做到敢于创新需端正两种态度

为了能够做到敢于创新，需要端正两种态度。

1 对人类文明成果要学习要继承但要有分析批判态度

人类文明的成果都是经过长期的进化、发展而成，往往有几百乃至上千年的积淀。其中确有许多精华值得我们虚心学习；但是由于历史发展或时代的局限，这些文明成果中也难免掺杂一些糟粕需要我们后人用分析批判的态度去对待。换句话说，对于人类文明的成果、前人的知识与经验既不能全盘否定，一概排斥，也不能不辨真伪、全面继承；总之，是要抱分析批判态度，努力做到取其精华，去其糟粕。

这里强调的是，对人类文明的成果和前人的知识经验一定要抱着分析批判的态度去学习，即在学习过程的开始，应先通过认真思考和分析比较，辨别清楚哪些是精华，哪些是糟粕；然后才能谈如何对其中的精华部分进行虚心学习，而非一味强调学习与继承（未作认真思考和分析比较，就全盘吸收），否则将适得其反——学到的不是精华，而是片面的甚至错误的东西。

2 对学术权威与大师要尊重要学习但不要迷信与盲从

为了能做到敢于创新，除了对人类文明的成果和前人的知识经验要抱着分析批判的态度去学习以外，还需要端正另外一种态度，即对待学术权威与大师的态度。

由于事物的发展总是有条件的、不断变化的，在某种历史条件下是合适的、起过进步作用的思想、观点、理论、方法，到了新的历史条件下也有可能不完全适合、或不再适合甚至会阻碍历史车轮的前进；一切都要以时间、地点、条件为转移。一般来说，对于人类文明成果和前人知识经验的学

习，应当抱着分析批判的态度，这一点比较容易被人们所认识与接受；而对于学术领域的权威与大师，由于他们做出过重大贡献，使他们在群众中享有很高的威望，使人们往往对他们有“高山仰止”的感觉，因而容易产生迷信与盲从，不敢对他们的理论、观点有任何的怀疑，更不敢进行批判。

事实上，人无完人，是人都会犯错误。学术领域的权威与大师也是人，只要是人，都是在实践过程中通过不断克服困难、总结经验来提高自己的认识；总结经验就包括正、反两个方面的经验——所谓反面经验实际上就是犯错误的教训。权威与大师有渊博的知识，有很深的学术造诣，通常不容易犯一般性错误。但是权威与大师的学术生涯是永无止境的，他们总是在不断地探索新事物的性质与规律，要探索新事物的性质与规律，就必须在试验研究的实践过程中不断地克服困难、总结正、反两方面的经验；如上所述，反面经验实际上就是犯错误的教训，这表明权威与大师也是会犯错误的，只是权威与大师比较“谨言慎行”，一般情况下不太容易暴露出来而已。

但是有两种情况，可能把学术权威与大师的错误暴露出来：

第一种情况是，权威与大师把他自己对客观事物性质或规律的原本片面乃至错误的认识误认为是正确的认识。在探索新事物的性质与规律的科学研究过程中，出现这类情况，应当看作是一种很自然的正常现象。例如，美国著名的建构主义代表人物乔纳森（Jonassen.D.H），他曾对建构主义的学习环境、建构主义的教学设计、乃至对整个建构主义的形成与发展都做出过重大的贡献，但是他关于建构主义的认识论基础是纯“主观主义”（而非主客观统一）的论述、以及把学生的自主学习和教师的主导作用对立起来，则是片面甚至是有害的；在信息技术如何与课程有效整合的问题上，美国与英国有些名牌大学的教授反对小学生过早用电脑或上网，我认为也属于这种情况——这些教授尽管在其自身的学科领域有很深造诣，称得上是权威，但是对于信息技术如何与学科教学进行整合的理论与实践，显然缺乏研究。

第二种情况是，权威与大师对客观事物性质或规律的认识原本是正确的，只是由于历史的发展与时间的推移，使环境、条件有了改变，而事物的发展变化要以时间、地点、条件为转移，所以某个权威或大师的理论、思想，在他所处的时代原本是符合客观实际的、是正确的，但时过境迁，随着时间的推移，客观的环境、条件有了很大改变，该权威或大师的理论、思想由于不能与时俱进（因为该权威或大师已过世，或虽然在世却未能认识到这种变化），就有可能不再适合或不完全适合客观事物的发展规律，不仅不能再用该理论去指导实践，甚至有可能限制与束缚客观事物的正常发展——我认为皮亚杰“儿童认知发展阶段论”中的某些观点（例如皮亚杰关于“前运演”和“具体运演”阶段儿童的认知特征

所做出的某些判断）就属于这种情况^[3]。

三 要做到善于创新需提高四个方面认识

想做到敢于创新，一般来说要简单一些（只需端正两种态度就能做到）；而想做到善于创新，则要困难得多，因为这将涉及创新源泉从哪里来、如何找到创新突破口、对创造性思维的本质和创造性思维形成过程的认识等多方面因素，换句话说，需要解决以下四个方面的认识问题：

1 研究应深入实际，做到理论与实践相结合（解决创新源泉从哪里来？）

一般来说，人们对于前人的知识遗产（人类文明的成果）往往容易出现不是极左就是极右的错误态度：所谓“极左”就是全盘否定，所谓“极右”就是全部继承。而要做到既不偏左也不偏右，不是一件简单的事情，这不是仅靠良好的主观愿望所能解决的；要有丰富的实践经验才会有真知灼见，才能做出准确的判断。丰富的实践经验和真知灼见从哪里来？只有长期深入实际，努力做到理论与实践相结合才有可能（在教育科学领域更是如此）。这种从实践中得来的真知灼见既是我们敢于创新的“底气”所在，更使我们能具有一双可辨别真伪、识别精华与糟粕的火眼金睛。一位脱离实际的、缺乏这种真知灼见的学者，他对重要学术问题做出的判断要么是闭门造车的一孔之见，要么是对权威理论的盲目照搬，绝对不会有他自己的创新思想与见解。这表明，深入实际，做到理论与实践相结合——既能奠定创新的能力基础，又能找到创新的源泉。

近20年来，我们之所以能在某些方面把握住创新的方向，即使大多数人反对，甚至逆潮流而动，仍然坚持我们既定的研究目标（例如关于“主导—主体相结合”的新理念、信息技术与课程深层次整合的新认识、以及对教育公平理论的新思考等）都是因为我们十多年来一贯深入实际，长期参与中小学信息技术与课程整合的教改试验研究，长期与一线的广大中小学教师并肩战斗在一起，从而对基础教育（包括农村基础教育）有较深切的了解，并在这方面取得了丰富实践经验的缘故。总之一句话：正是十多年来一贯的深入实际作风，使我们获得了敢于创新的充足底气；也大大增长了我们在学术上辨别真伪、识别精华与糟粕的智慧。这样，就为我们在教育技术领域的研究，既打下坚实的能力基础，又找到了丰富的创新源泉。

2 充分利用交叉学科优势以尽快找到创新的突破口（如何找到创新突破口？）

由于交叉学科往往都是新兴学科，存在的时间还不太长，与传统学科相比，交叉学科领域内的问题一般研究得没有那么深邃；再加上学科交叉总要涉及两个以上的不同学科，因而研究对象、研究内容更为复杂，研究方法也更多样化。这些原本都是交叉学科的不利条件，但是若从另一个角度看，

这些不利条件恰恰又可以为我们提供更多实现创造性突破的机会或切入点。对于教育技术学科来说就更是如此。因为教育技术学的本质就是运用技术来优化教育、教学过程，以提高教育、教学的效果、效率与效益。这里的“技术”既包括有形的“物化技术”（物化技术中又分硬件技术和软件技术），也包括无形的“智能技术”；既包括现代技术也包括传统的技术。就当前所处的信息时代而言，当然会更多地强调以多媒体计算机和网络通信为标志的信息技术。

可见，现代教育技术学科实际上是教育学（包括教育心理、教学理论、学习理论、教育测量、教育评价等等）与信息技术相结合而形成的一门交叉学科。这里面有许多新的领域、许多尚未开垦的处女地正等待我们去研究、去探索——前面提到的“信息化环境下的教与学理论”就是一个具有极大现实需求、又具有重大理论价值的切入点与创新突破口。

事实上，我们近年来提出的“信息技术与课程深层次整合理论”、“信息化环境下的教学设计理论”，以及在这些理论和其他相关理论指导下实现的基础教育在质量提高方面的跨越式发展，就是“信息化环境下的教与学理论”的核心内容及其在实践中应用的具体体现。这些新理论都是在教学理论、学习理论与信息技术相结合的基础上形成的。

除此以外，我们在长期实践探索基础上形成的另外两种信息化环境下的学科教学理论——“儿童思维发展新论”（母语教学的理论基础）和“语觉论”（第二语言教学的理论基础）也是在学科交叉基础上实现的突破。“儿童思维发展新论”是在儿童语言学与认知科学领域的学科交叉；“语觉论”则是在儿童语言学与脑神经生理学领域的学科交叉。可见，交叉学科虽有如前面所述的种种不利条件（而且还往往要被占据主导地位的传统学科边缘化，甚至被剥夺学科话语权），但是在实现创造性突破方面却可以为我们提供更多富有启发性的切入点和更为广阔的天地。

3 把握三种基本思维形式的特点和它们之间的相互关系是形成创造性思维的必要条件（把握创造性思维形成的必要条件）

创新的主题确定以后，如何形成灵感或顿悟，尽快实现创造性突破，从而产生有创新价值的精神产品或物质产品，这有赖于每个人的天赋，更有赖于每个人的生活经验与知识积累。对于不同的创新主题，所需要的知识与经验是不一样的，但是，有一种知识与经验却是从事任何一种创造性活动、解决任何一个创新主题都需要、都不可缺少的，那就是有关如何掌握与运用“创造性思维理论”的知识与经验。

要想成为能从事创造性活动的创新人材，必须具有创新意识、创新思维和创新能力等三方面的素质^[4]：

创新意识是指，具有为人类的文明与进步作出贡献的远大理想、为科学技术事业的发展而献身的高尚精神和进行创造发明的强烈愿望；

创新思维（即**创造性思维**）是指能形成具有创新意义的思想、观念、理论、方法的一种复杂认知能力；

创新能力则是指在上述理想、精神、愿望的驱动下和有创新意义的思想、观念、理论、方法的指引下创造出有价值的、前所未有的、与众不同的精神产品或物质产品的实践能力。

创新意识主要解决“为什么创新？”、“为谁创新？”即创新的动力问题，创新意识要通过人生观与价值观的教育来培养；创造性思维和创新能力则解决“如何创新？”的问题。创造性思维解决如何形成具有创新意义的思想、理论、方法及设计；创新能力解决如何把具有创新意义的思想、理论、方法及设计转化为实际的精神产品或者物质产品。

这就表明，创新意识是实现创造发明的前提与动力，对于创新人材的培养意义重大。但是，创新意识和创新能力都必须要有创造性思维作基础，离开创造性思维，创新意识将成为不切实际的空谈；离开创造性思维，精神产品或物质产品的产生就成为无源之水、无本之木。所以创造性思维是创新意识和创新能力的基础与核心，也是整个创造性活动的基础与核心。可见，学习如何掌握与运用“创造性思维理论”，对于实现创造性活动的目标具有关键性的意义与作用。对创造性理论的掌握，主要涉及两个方面：

一是要把握创造性思维形成的必要条件——即要把握人类三种基本思维形式的特点以及它们之间的相互关系；

二是要通过对创造性思维心理加工过程的认识，找到缩短灵感与顿悟形成过程的有效方法——众所周知，真正形成创造性思维（即实现创造性突破）的主要标志是“灵感”或“顿悟”的出现。

这正是为了做到善于创新、在需要提高的“四个方面认识”中必须包括上述两个方面认识的原因所在。

根据创造性思维理论，人类思维的基本形式有空间结构思维和时间逻辑思维两种。空间结构思维又可进一步划分为：以表征事物基本属性的“属性表象”作为思维加工材料的**形象思维**和以表征事物之间关系的“关系表象”作为思维加工材料的**直觉思维**等两类。这样，人类思维的基本形式也可以划分为三种：时间逻辑思维（简称“**逻辑思维**”）、形象思维和直觉思维^[5]。

按照传统观念，这三种思维形式是彼此独立、互不相干的，这就使教育界多年来关于创造性思维的认识及培养方法出现较大的偏差：要么是片面强调基于语言概念的逻辑思维，忽视基于表象的形象思维和直觉思维；要么反过来，片面强调后者而否定前者。事实上，这三种基本思维形式是相互联系、相互支持、相辅相成的，而不是互不相关，更不是互相排斥、彼此对立的。这是因为：

- （1）基于语言概念的逻辑思维离不开事物表象的支持
1) 语言的形式结构若不与表象结合将不能表达任何思想在这方面，语言和音乐之间有很大的差异（字词在句子

中只是简单的线性排列，而乐曲可以有和声、二重唱、多重唱以及各种不同的旋律和多种乐曲的配合及变换。

基于语言的概念之所以能成为逻辑思维必不可少的加工材料，并不是语言的形式结构本身在起作用，而是语言概念所表征的事物表象在起作用。这种表象的优点在于：它既能作为客体或事件提供具体、直观的三维形象，又有明确、稳定的实在意义。所以语言绝不能脱离表象而存在，脱离表象的语言只是一堆毫无意义的符号串。

2) 任何抽象的语言概念都是来自具体事物的表象

例如“深奥”一词，本来是一个表示思想、理论高深的抽象名词，但是，表示理论高深的“深”与表示水井具体深度的“深”不论在中文还是在英文中都是一个词（英文都是depth）；英语中的“深奥”是 profundity，原本来自拉丁文 fundus（基底，最底下），思想的“深”是无形的、不可捉摸的，如果不借助物理深度的直观视觉表象，就难以想象、难以理解。

(2) 基于表象的形象思维和直觉思维也离不开语言概念的支持

事物的表象虽然具有上述两大优点（能提供具体、直观的三维形象和明确、稳定的实在含义），但是基于属性表象的形象思维和基于关系表象的直觉思维，要想真正成为严密的科学思维也离不开语言概念的帮助与支持，这可通过以下三方面来说明：

1) 语言概念可为每一种表象提供一个明确清晰的符号

一般说来，直接从感觉中获取的各种事物形象均处于一个连续、统一的客观世界（主要是视觉世界）当中，各个形象之间没有明确的界限。形象的这种模糊性、对于各种心理加工（不管是分析、综合还是抽象、概括）都是不利的，严密的科学思维要求对事物进行清晰、明确的分类，而基于语言的概念正好能满足这一要求，这正是“表象”能够从事物整体形象中区分出来的关键所在——语言概念为每一种表象提供一个清楚而确定的符号，从而能对表象进行区分和识别，也特别有利于思维过程对表象的分析与加工。

2) 语言概念可用于表征每一种表象的不同抽象水平

我们可以把同一个生物称为动物、哺乳动物、猫科动物或一只家猫。仅靠表象无法区分这种不同的抽象水平，只有用语言概念作为标签，才能做到这一点。

3) 语言概念便于表征事物表象之间的各种关系

人们可以形成关于各种不同事物的表象，但是若无语言的帮助，则难以表达出各种表象之间具有何种关系。例如，说到“张三”和“李四”可以唤起我们关于这两个人物的表象，这两个表象是彼此独立的，仅从这两个表象看不出他们之间有何关系。但是“张三是李四的老师”这个句子则能明确地表示出他们之间存在师生关系。

上述三方面的事实说明，以属性表象作为思维加工材料

的形象思维和以关系表象作为思维加工材料的直觉思维，如果要更深刻、更科学地反映客观事物的本质，它就离不开语言概念的帮助和支持。

可见，这三种思维（逻辑思维、形象思维、直觉思维）是相辅相成、不可以分割的。换句话说，基于言语概念的逻辑思维和基于表象的形象思维、直觉思维三者都能反映事物的本质，因此都属于理性思维（而非感性思维），三者都是人类思维的基本形式，它们之间并无高级与低级之分，而且彼此相互联系、相互支持，区别只在于思维的加工材料、加工方式不同而已。在现实生活中，除了尚未掌握语言的婴儿存在和语言概念无关的纯粹形象思维以外，在成人中，逻辑思维与形象思维往往是交织在一起，很难截然分开。事实上，这三种思维的有机结合，正是形成创造性思维的必要条件（创造性思维的基本过程正是由逻辑思维、形象思维、直觉思维三者组成的）；所以，若能自觉地把这三种基本思维形式的特点和它们之间的相互关系，对于我们开展创造性活动，具有关键性的指导意义与作用（对此问题有兴趣的读者可以去参阅文献[5]）。

4 通过了解、认识创造性思维的心理加工过程，找到缩短灵感与顿悟形成过程的有效方法（如何缩短灵感或顿悟的形成过程）

如上所述，真正形成创造性思维（即实现创造性突破）的主要标志是“灵感”或“顿悟”的出现。而“灵感”或“顿悟”的形成需要有一个酝酿过程。这个酝酿过程有长有短，长的需要几个月、几年、甚至十几年；短的只需几星期、几天、甚至几小时。为什么“灵感”或“顿悟”的酝酿过程会有这么大的差别呢？这样的酝酿过程是否能设法加以缩短呢？显然，弄清楚这两个问题，即灵感或顿悟的酝酿过程为何有长有短？以及酝酿过程能否缩短？，对于实现任何领域的创造性突破都具有至关重要的意义。

先来看第一个问题。

(1) “灵感”或“顿悟”的酝酿过程为何有长有短？

这个问题涉及研究对象即思维对象的复杂性，要弄清这个问题的实质，需要对思维对象的复杂性进行分析，即要涉及复杂性理论。

关于思维对象的复杂性问题，心理学界历来很少研究。在此之前，国内还没有人认真去研究过，真正能从理论高度对这个问题进行探索并取得一定成果的是美国加州大学洛杉矶分校心理学系若宾(N.Robin)等人的研究组。若宾认为^[6]，根据数理逻辑中谓词逻辑的表达方式，事物本身所具有的本质属性也可看成是一种关系（一元关系）；事物之间的相互联系则可看成是n元关系。n是关系的维度，n愈大，关系的复杂程度愈高。换言之，n可作为描述关系复杂程度高低的指标。

在此基础上，若宾等人提出了一种用于确定关系复杂性水平（即确定复杂程度高低）的理论框架：

水平 1——一维函数关系，描述事物具有某种属性；

水平 2——二维函数关系，描述两种事物之间的二元关系；

水平 3——三维函数关系，描述三种事物之间的三元关系；

水平 4——四维以上的函数关系，描述四种以上事物之间的多元关系。

若宾的基于谓词逻辑表达的复杂性理论可以简称之为“**横向复杂性理论**”（只考虑事物内部横向的并列关系）。这种理论用谓词逻辑“元数” n 的值定义复杂性水平的高低是有一定道理的，但是，这只考虑了问题的一个方面，而且是并非最重要的方面。更为重要的方面在哪里呢？是在谓词逻辑的“阶数”（而非“元数”）即复合函数的“重数”当中。

为此，应当将谓词逻辑的“阶数”（即复合函数的“重数”） m 和关系的“维度”（即谓词逻辑的“元数”） n 二者结合起来，即用 $m \times n$ 来表示思维对象的复杂性才真正符合客观实际，才有更大的指导意义。事实上，对于思维对象复杂性的表征来说，阶数 m 的作用远比元数 n 大得多。

谓词逻辑的“阶数”（即复合函数的“重数”） m 所代表的复杂性也称“**纵向复杂性**”。由于 m 的作用远比 n 大，这意味着研究纵向复杂性的意义要比研究横向复杂性的意义大得多。

为了说明这个问题，我们不妨回顾一下电子计算机的发明并对其复杂性进行分析，从中可以获得许多有益的启示。

计算机的发明经历了十多年的风风雨雨，而且不是由一个人，而是由包括数学家、物理学家、电子学家以及工程技术人员在内的研究群体完成的，其中起主要作用的有**图灵**、**阿塔纳索夫**、**冯·诺依曼**、**莫克利**和**埃克特**等人。电子计算机的发明之所以出现这种“难产”状况，正是这种创造性活动所涉及的思维对象具有高度复杂性的反映。这种“复杂性”主要表现为下述各种不同层次函数的多重复合：

第一层次——提高运算速度的**初始目标**（也就是上述科学家群体想要发明电子计算机的**创造性目标**）与选用的数制有关（如十进制、八进制或二进制），用函数可表示为：

$$g=f_1(x_1,y_1,z_1);$$

第二层次——实现某种数制（例如十进制）的自动运算与计算机的运算方式有关（如可以采用电动式、机械式、电子数字式、模拟式等不同的运算方式），用函数可表示为：

$$x_1=f_2(x_2,y_2,z_2,u_2);$$

第三层次——实现某种自动运算方式又与系统的体系结构有关（例如若采用电子数字式自动运算，就需要有输入、运算、存储、控制、输出等功能模块的支持），用函数可表示为：

$$z_2=f_3(x_3,y_3,z_3,u_3,v_3);$$

第四层次——体系结构中的每一个功能模块还各自与不

同的因素有关，例如：

“运算”模块与采用“串行”或“并行”方式有关，用函数表示为：

$$y_3=f_4(x_4,y_4);$$

“存储”模块与采用“线性”或“非线性”方式有关，用函数可表示为：

$$z_3=f^4(x^4,y^4);$$

第五层次——串、并行运算与线性或非线性存储又和其他的因素有关，即 x_4,y_4 （或 x^4,y^4 ）还可表示为其它变量的函数；……。

可见，在变量 x_4,y_4 （或 x^4,y^4 ）与提高运算速度的初始目标之间存在下面的复合函数关系：

$$g=f_1(f_2(x_2,y_2,f_3(x_3,f_4(x_4,y_4),z_3,u_3,v_3),u_2),y_1,z_1);$$
 或

$$g=f_1(f_2(x_2,y_2,f_3(x_3,y_3,f^4(x^4,y^4),u_3,v_3),u_2),y_1,z_1)。$$

由于 x_4,y_4 （或 x^4,y^4 ）还可表示为其它变量的函数，因此上述复合函数至少是 4 重以上的复合，即 $m \geq 4$ 。

图灵的贡献——提出了一种串行运算、线性存储方式的符号处理方案，尽管只是一个抽象的理论模型，并未加以实现，但是，由于是在复合重数 $m=3$ 的第四层次上作出的正确抽象，所以解决了计算机发明过程中具有很大难度的复杂性问题（ m 值较大），具有很高的理论价值，至今仍是现代电子计算机（包括掌上电脑、微型机、大型机和巨型机）的理论基础。人们称图灵为“计算机理论的奠基人”，可谓实至名归。

阿塔纳索夫的贡献——主要在第一、第二与第三层次上（ $m < 3$ ），其复杂性水平虽低于图灵所作的工作，但他在图灵模型的启示下，于 1941 年最早完成了世界上第一台用电子真空管作运算部件的计算机技术方案设计（特别是解决了其中关键部件——“控制器”的设计问题）为 ENIAC 计算机的实现奠定了坚实的设计基础。

冯·诺依曼的贡献——冯·诺依曼对“数值积分计算机”（ENIAC）从三个方面作了改进：第一个改进是在第一层次进行的——将十进制改为二进制。第二个改进则是在第五层（ $m=4$ ）——对“线性”存储作进一步分析的结果发现，若从存储内容上看，还可分成：文件存储、数值存储、图表存储、程序（指令）存储等等。其中前三种（文件、数值、图表）根据其共同属性又可以综合为“数据存储”。因此为了便于机器对“数据”和“程序”（指令）的统一处理，冯·诺依曼提出应增设“程序计数器”——用来保存欲执行指令的地址，这就使原来的外插型计算程序改变为内置方式。第三个改进则是提出“中央处理器”（CPU）概念和现代电子计算机的完整体系结构。这是依据图灵的理论模型，在对第三层次（ $m=2$ ）作进一步的抽象与概括以后完成的。从上述三方面所作的改进看，涉及的“复杂性”水平比较高（尤其是第二、三两项改进），对计算机的未来发展所作出的贡献也比较大。

莫克利和埃克特的贡献——他们俩人也对计算机的诞生作出了不可磨灭的贡献：完善并发展了阿塔纳索夫的设计方案，制造出有很大影响的“数值积分计算机”（ENIAC）——世界上第一台电子计算机，但从理论上或从创造性上看，在上述五个层次中并未留下他们俩的创新思想。

根据创造性思维理论，“潜意识探索”是实现创造性突破即形成“灵感”或“顿悟”必经的思维阶段。那么，在电子计算机发明过程中“潜意识探索”被激发的原因到底是什么呢？

如上所述，电子计算机之所以经历较长的孕育过程并不是偶然的。为了实现大大提高运算速度的创造性目标，涉及众多因素，这些因素之间并非都是平行、并列的多元关系（其复杂性由多元关系中的“元数” n 决定）；而且还有层层嵌套的多重复合函数关系（其复杂性由多重复合函数中的“重数” m 决定）。平行、并列的多元关系虽然也有一定的复杂性，但一般可以通过比较简单的分析、综合或联想思维方式来确定；在高 m 值的多重复合函数中，由于有层层嵌套的掩蔽作用，处于不同层次中的因素，它们之间是否存在关系，以及存在何种关系，则难以通过一般的分析、综合或联想思维来发现——这才是造成思维对象复杂性水平升高，使“灵感”或“顿悟”的酝酿过程大大延长的根本原因所在。

下面再来看第二个问题。

（2）如何缩短“灵感”或“顿悟”的酝酿过程？

在前面对思维对象复杂性进行分析的基础上，再结合实现创造性突破的潜意识探索特征，我们不难找到解决这一问题的答案——可以运用**横纵思维**来完成潜意识探索，以缩短“灵感”或“顿悟”的形成过程，从而最快地实现创造性突破。这里所说的横纵思维由**横向思维**和**纵向思维**两部分组成^[7]：

1) 横向思维（用于正确处理“可选择”因素和“同现”因素）

横向思维是指通过发散思维和联想思维先确定同一层次中具有平行、并列关系的各个因素，尽量不要有遗漏（也叫“横向搜索”）。对于当前的创造性目标来说，同一层次中的诸因素其作用并不相同：有些因素是“可选择的”，只需选出其中最适当的一个即可——如发明计算机的例子中，处于第一、第二和第四层次的诸因素皆是可选择因素（例如可从第一层次的十进制、八进制、二进制等三个因素中选出其中的某一个）；有些因素则要求是“同现”的，即每一个因素都应同时出现，每一个都有特定的用途，少了一个，系统的功能就不完善——如发明计算机的例子中处于第三层次的诸因素（即输入、运算、存储、控制、输出等五个功能模块）就是缺一不可的同现因素。因此在横向搜索结束后，还要作两种思维加工：

一是分析、比较、选择——通过对可选择诸因素的已知属性进行分析、比较，从中选择一个最适合当前创造性目

标要求的因素（例如在第一层次的十进制、八进制、二进制等三个因素中最适于达到快速运算目标的应是**二进制**）；

二是分析、综合、判定——通过对同现诸因素的已知属性进行分析、比较，在此基础上进行综合，看看是否能满足当前创造性目标的要求，从而判定是否还有遗漏的因素（例如在第三层次的上述诸因素即五个功能模块中，若缺少其中任一功能模块，自动运算的目标即无法实现）。

2) 纵向思维（通过向下、向上挖掘演绎、归纳出新函数关系）

纵向思维是指通过纵向的挖掘，力图冲破多重复合函数中层层嵌套的掩蔽作用，从而发现不为人知的内隐关系。这里要求从上、下两个方向进行挖掘：

向下挖掘——向下挖掘的目的是要演绎出某种新的函数关系。这是对某一层次中的某个关键因素，努力运用发散思维和联想思维，并按照新的观点、新的角度或新的方向去进行分析与综合，以发现与该因素有关的新属性，从而找到（即挖掘出）某种新的函数关系（对于第一层次的初始创造性目标来说，函数的复合则进入更深的一层，故称之为“向下挖掘”）。

在发明电子计算机的例子中，冯·诺依曼之所以能提出“程序计数器”这一创新思想，就是对第四层次的“线性存储”这个因素，能够突破只按“存储方式”划分存储器的传统观念，而从“存储内容”这一新的角度去进行分析，从而得到有关存储器的新分类，在此基础上重新划分出“数据存储”（包括文件、数值、图表）和“程序（指令）存储”两大类。这样就在线性存储方式之下演绎出了一种新的与存储内容相关的函数关系（即挖掘出一种新的函数关系），与此同时，函数的复合就进入到更深的一层。

向上挖掘——向上挖掘的目的是要归纳出某种新的函数关系。这是对某一层次中的若干个同现因素，努力运用发散思维和联想思维，并按照新的观点、新的角度或新的方向去进行抽象与概括，以发现与这些同现因素有关的新属性，从而找到（即挖掘出）某种新的函数关系（对于第一层次的初始创造性目标来说，函数的复合则退出到上一个层次，故称之为“向上挖掘”）。

冯·诺依曼之所以能提出“中央处理器”（CPU）这一创新概念（CPU至今仍是计算机的核心部件），就是对第三层次的运算器、存储器和控制器这三个同现因素，从对“整个系统的运算与控制”这个新观点出发（而不是拘泥于原来的运算、控制、存储的纯功能模块划分）进行新的抽象与概括，从而发现（即挖掘出），除了运算器与控制器以外，原属存储器的“程序计数器”也对整个系统的运算与控制起重要作用。于是他大胆地作出了新的归纳——把“程序计数器”从存储器中划分出来，并将它与运算器、控制器结合在一起，组成一个新的功能模块即“中央处理器”（CPU），而CPU

与运算器、控制器、程序计数器之间则形成一种新的函数关系（对于初始创造性目标来说，函数的复合则退出到上一个层次）。

实践证明，只要在研究、探索的过程中，能紧密结合当前的创新主题，自觉地按照上述要求去运用**横向思维**和**纵向思维**，就一定能够有效地缩短“灵感”或“顿悟”的酝酿过程，从而更快地实现创造性突破。

参考文献

- [1] 何克抗.对国内外信息技术与课程整合途径与方法的比较分析[J].中国电化教育,2009,(9):7-16.
- [2] 蒋鸣和.超出技术“整合”走出“七年之痒”[J].中小学教育信息技术,2009,(2):5-6.
- [3] 何克抗.儿童思维发展新论[M].北京:北京师范大学出版社,2007.
- [4] 何克抗.现代教育技术与创新人才培养[J].电化教育研究,2000,(6):3-7.
- [5] 何克抗.创造性思维理论——DC模型的建构与论证[M].北京:北京师范大学出版社,2000:104-138.
- [6] Nina Robin & J.Holyoak, 1995. Relational Complexity and the Functions of Prefrontal Cortex. In *The Cognitive Neurosciences, VIII THOUGHT AND IMAGERY*, M.S.Gazzaniga,ed. London:The MIT Press.
- [7] 何克抗.创造性思维理论——DC模型的建构与论证[M].北京:北京师范大学出版社,2000:149-154.

How to Innoate for Educational Technology Professional Staff

—— a Speech on the Forum of Nationwide Educational Technology Doctor Candidate (2009)

HE Ke-kang

(*Modern Educational Technology Institute, Beijing Normal University, Beijing ,100875,China*)

Abstract: The Educationa-informatinalization is facing with a severe challenge nowadays. The root cause of the severe challenge is analyzed in this paper. The Author of this paper hopes the numerous educational tchnology professional staff can greet the challenge by innovative spirit. In order to do this, we should dare to innovate and be good at innovation. For daring to innovate ,we should have two attitudes. For being good at innovation , we should raise four kinds of knowledges. The Author described what are two attitudes and four kinds of knowledges, as well as demonstrates how to form the two attitudes and how to raise the four kinds of knowledges in depth.

Keywords: Educationa-informatinalization; Innovative Spirit; Creative Thinking; Inspiration; Complexity Theory

编辑：小禾

（上接第 20 页）

Effectiveness of Strategy Instruction and Guarantee by Instructional Design

TIAN Lan^{1, 2} ZhANG Da-jun¹

(*1.School of Education Sciences, Hubei Normal University, Huangshi, Hubei, 435002,China;2. Institute of Educational Research, Southwest University, Chongqing, 400715,China*)

Abstract: Strategy instruction being valid or not determines the success or failure of learning strategy counseling. The essence of strategy instruction's effectiveness is students' sustaining use and transition to the strategies they learned. Content selection and instructional method design are the two major constraints to the effectiveness of the strategy. Based on the request of the effectiveness of teaching strategies, the strategies designed to teach should be explicit, well organized and aimed at the students' weaknesses, and when designing the instruction methods, teachers should carefully guide the students to actively self-construct for the learning strategies being taught.

Keywords: Strategy Instruction; Effectiveness; Learning Strategy; Instructional Design

编辑：小禾